

PATENT  
Customer No. 22,852  
Attorney Docket No. 07057.0049-00

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of: )  
Kiyohito MURATA et al. ) Group Art Unit: Not Assigned  
Application No.: Not Assigned ) Examiner: Not Assigned  
Filed: July 24, 2003 )  
For: THERMOPHOTOVOLTAIC )  
GENERATOR APPARATUS )

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

**CLAIM FOR PRIORITY**

Sir:

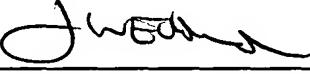
Under the provisions of Section 119 of 35 U.S.C., Applicants hereby claim the benefit of the filing date of Japanese Patent Application Number 2002-225000, filed August 1, 2002, for the above identified United States Patent Application.

In support of Applicants claim for priority, a certified copy of the priority application is filed herewith.

Respectfully submitted,

FINNEGAN, HENDERSON, FARABOW,  
GARRETT & DUNNER, L.L.P.

Dated: July 24, 2003

By:   
James W. Edmondson  
Reg. No. 33,871

FINNEGAN  
HENDERSON  
FARABOW  
GARRETT &  
DUNNER LLP

1300 I Street, NW  
Washington, DC 20005  
202.408.4000  
Fax 202.408.4400  
www.finnegan.com

Inventors: Kiyohito Murai and  
Teruyoshi Nakamura  
for Thermophotovoltaic Generating Apparatus  
Filed: July 9, 2003  
日本特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 8月 1日

出願番号

Application Number:

特願2002-225000

[ST.10/C]:

[JP2002-225000]

出願人

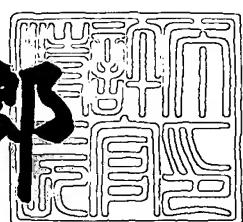
Applicant(s):

トヨタ自動車株式会社

2003年 5月 9日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3034741

【書類名】 特許願

【整理番号】 1015275

【提出日】 平成14年 8月 1日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 H01L 31/04

【発明の名称】 热光発電装置

【請求項の数】 5

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 村田 清仁

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 中山 英樹

【特許出願人】

【識別番号】 000003207

【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 100077517

【弁理士】

【氏名又は名称】 石田 敬

【電話番号】 03-5470-1900

【選任した代理人】

【識別番号】 100092624

【弁理士】

【氏名又は名称】 鶴田 準一

【選任した代理人】

【識別番号】 100100871

【弁理士】

【氏名又は名称】 土屋 繁

【選任した代理人】

【識別番号】 100082898

【弁理士】

【氏名又は名称】 西山 雅也

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008268

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9709208

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 热光発電装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 燃料及び空気の供給を受けて燃料を燃焼させる燃焼器と、該燃焼器から発生する燃焼熱により加熱されるエミッタと、該エミッタからの輻射光を電力に変換する光電変換セルと、該光電変換セルを保持するセル保持部と、該セル保持部の裏面を冷却液に接触させ該光電変換セルからの熱を該冷却液に吸収させる冷却手段と、を備える熱光発電装置において、前記セル保持部の、前記冷却液と接触する面が、非水平方向の面として形成されていることを特徴とする熱光発電装置。

【請求項2】 前記冷却液として、少なくとも二種類の液体が使用されていることを特徴とする、請求項1に記載の熱光発電装置。

【請求項3】 前記少なくとも二種類の液体は、一方の液体が他方の液体よりも比重が大きく、かつ、沸点が低い関係にある二種類の液体を含むことを特徴とする、請求項2に記載の熱光発電装置。

【請求項4】 前記冷却液の循環を促進する外部回路を更に具備することを特徴とする、請求項1に記載の熱光発電装置。

【請求項5】 前記外部回路は、放熱性を高めるファンを備えることを特徴とする、請求項4に記載の熱光発電装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、熱源から輻射される赤外光（赤外線、熱線ともいう）を光電変換素子（光電変換セル）にて電力に変換する熱光起電力変換(thermophotovoltaic energy conversion)により発電を行う熱光発電装置（TPVシステム）に関する。

【0002】

【従来の技術】

熱光発電装置では、エミッタ（輻射体）を加熱することにより、そのエミッタから一定の波長の赤外光を輻射させ、その赤外光を光電変換素子に入射させて電

力に変換する。熱光発電装置は、可動部分を持たないため、低騒音・低振動システムを実現することができる。

#### 【0003】

次世代のエネルギー源として、熱光発電は、クリーン性、静謐性などの点で優れている。エミッタを加熱するために、燃焼熱、太陽熱、原子核崩壊熱などが利用可能であるが、一般的には、ブタンなどのガス燃料や灯油などの液体燃料に代表される化石燃料の燃焼により発生する燃焼ガスがエミッタ加熱用に利用される。

#### 【0004】

本願出願人は、先にした特願2001-230243号の願書に添付された明細書又は図面において、エミッタの一つの面側にて燃料及び空気の供給と排気の排出とが行なわれるとともにエミッタの他の面が発光面として利用されるように構成することで高効率化、小型軽量化及び低コスト化を図った熱光発電装置を提案している。

#### 【0005】

その提案された熱光発電装置は、さらに、沸点の低い流体に満たされた熱回収用装置を光電変換セルの背面に備えることで、沸騰冷却を利用して光電変換セルに対する冷却及び熱回収を行うようにしている。

#### 【0006】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、本願出願人によるその後の研究によれば、先に提案した熱光発電装置では、沸騰冷却の際に生ずる気泡が熱伝達面（冷却面）に付着して溜まり、十分な冷却性能が必ずしも発揮されないことが判明した。そのメカニズムは、次のとおりである。

#### 【0007】

すなわち、熱伝達面に発生する気泡は、液体状態に比較して比重が軽くなる。その結果、気泡は、上昇しようとするが、気泡の上に熱伝達面が存在するため、移動することができない。そして、このように熱伝達面に発生した気泡は、断熱層を形成してしまう。したがって、熱伝達面に発生した気泡を迅速に冷却室へと移動させることが肝要である。

## 【0008】

本発明は、上述した問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、冷却（熱回収）性能をより一層高めることで、エネルギー変換効率の更なる向上を図った熱光発電装置を提供することにある。

## 【0009】

## 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明の第一の面によれば、燃料及び空気の供給を受けて燃料を燃焼させる燃焼器と、該燃焼器から発生する燃焼熱により加熱されるエミッタと、該エミッタからの輻射光を電力に変換する光電変換セルと、該光電変換セルを保持するセル保持部と、該セル保持部の裏面を冷却液に接触させ該光電変換セルからの熱を該冷却液に吸収させる冷却手段と、を備える熱光発電装置において、前記セル保持部の、前記冷却液と接触する面が、非水平方向の面として形成されていることを特徴とする熱光発電装置が提供される。

## 【0010】

また、本発明の第二の面によれば、前記本発明の第一の面による熱光発電装置において、前記冷却液として、少なくとも二種類の液体が使用されている。

## 【0011】

また、本発明の第三の面によれば、前記本発明の第二の面による熱光発電装置において、前記少なくとも二種類の液体は、一方の液体が他方の液体よりも比重が大きく、かつ、沸点が低い関係にある二種類の液体を含む。

## 【0012】

また、本発明の第四の面によれば、前記本発明の第一の面による熱光発電装置が、前記冷却液の循環を促進する外部回路を更に具備する。

## 【0013】

また、本発明の第五の面によれば、前記本発明の第四の面による熱光発電装置において、前記外部回路は、放熱性を高めるファンを備える。

## 【0014】

## 【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照して本発明の実施形態について説明する。

## 【0015】

図1は、本発明の第一実施形態に係る熱光発電装置の作動前の状態を示す部分断面図である。また、図2は、図1の切断線X-Xに沿って切断した場合の部分断面図である。符号10aで示されるのは燃料ガス通路であり、この燃料ガス通路10aは装置内部において空気通路10bに内蔵され、燃料ガス通路10aと空気通路10bとにより燃焼器10が形成される。

## 【0016】

符号12で示されるのはエミッタであり、このエミッタ12は、SiCやAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の多孔質（ポーラス）体により器状に形成されている。燃焼器10から出て燃焼したガスは、エミッタ12を通過し、その際、エミッタ12に熱を与える。エミッタ12から出たガスは、経路Aを通って熱交換器16に入り、一方、燃焼器10に供給されるべき空気は、経路Bを通って熱交換器16に入る。

## 【0017】

熱交換器16において、空気との間で熱交換をした後の燃焼ガスは、排気ガスとして、排気ファン18より外部に排出される。排気ファン18は、排気ガスを吸引・排出することにより、空気を導入する作用を奏する。

## 【0018】

エミッタ12に吸収された熱は、輻射によりエミッタ12の表面から光として出る。その光は、燃焼室を形成するSiO<sub>2</sub>ガラス20を通過した後、光電変換セル22に入り、電気に変換される。

## 【0019】

符号24で示されるのは、セル保持部であり、Al等、熱伝導性の良い物質でできている。セル保持部24の下部24aより入った空気は、光電変換セル22を冷却した後、前述したように熱交換器16内を通り、燃焼器10を構成する空気通路10bに入る。

## 【0020】

符号28で示されるのは、外殻部材であり、セル保持部24と一体となって密閉空間を形成しており、その内部には、冷却液が内蔵されている。符号30で示されるのは、冷却フィン32を備える冷却室である。外殻部材28とセル保持部

24との間に保持された冷却液から発生した蒸気は、冷却室30において冷却されて戻される。

## 【0021】

光電変換セル22で発生した熱の一部は前述の冷却液に与えられ、他の一部は空気に与えられ、残りは外殻部材28を通して外部に放出される。暖められた空気は、更に、熱交換器16に入って、排気より熱を回収し、高温となる。この高温空気と燃料ガス通路10aより供給される燃料との混合気が燃焼器10から噴出して燃焼し、エミッタ12が加熱される。エミッタ12から輻射された光は、光電変換セル22で電気に変換される。

## 【0022】

光電変換セル22での光電変換効率は、最大で6割程度である。 $3\text{ W}/\text{cm}^2$ のセルであれば、ほぼ同じ程度の発熱があることとなる。したがって、この熱を効率良く回収してエミッタに戻すことが、効率を向上させる上で最重要課題となる。また、光電変換セルは、高温になると、その変換効率が低下する。したがって、冷却は、この意味でも重要になってくる。

## 【0023】

本実施形態においては、前述の冷却液として、第一の液体40と第二の液体42とが、外殻部材28とセル保持部24との間に保持されている。例えば、本実施形態では、第一の液体40は「フロリナート」（商品名、米国3M社製品）（比重1.7、非水溶性、沸点50°C程度）であり、一方、第二の液体42は水である。

## 【0024】

次に、図3を用いて、本実施形態に係る熱光発電装置の作動中の状態について説明する。発電のための燃焼が始まると、最初に、沸点の低い方のフロリナート40が、沸騰を開始する。すると、図3に示されるように、フロリナート40は、水42の上に移動し、冷却室30で冷却されて溜まる。この溜まったフロリナート40aは、比重が水よりも大きいため、水42の方に移動するが、水42の温度が高いと、すぐに沸騰し、再び冷却室30に戻る。熱は、冷却フィン32から放出される。

## 【0025】

図1に示されるように、本実施形態におけるセル保持部24の冷却液接触面（熱伝達面）24bは、傾斜面すなわち非水平方向の面として形成されている。これに対し、本願出願人が先にした特願2001-230243号の願書に添付された明細書又は図面に記載された熱光発電装置において、当該冷却液接触面24bに相当する面は、水平に形成されている。

## 【0026】

そのため、この先行技術によれば、冷却液が沸騰しても、気泡となってその冷却液接触面に留まり、熱移動を妨げるという問題を有している。そこで、図1に示される実施形態では、セル保持部24の冷却液接触面24bが傾斜面すなわち非水平方向の面として形成されることで、気泡が付着しないようにされて、その問題が解消されている。

## 【0027】

次に、気泡のつき方について考えると、セル保持部24の裏面の凹凸に気泡が付着しやすい。これは、固体に液体や気体といった流体が付着するときの特徴である。そこで、付着し難くするために、本発明においては、冷却液として少なくとも二種類の冷却液が同時に使用されている。

## 【0028】

例えば、本実施形態においては、フロリナート40と水42とが使用されている。フロリナート40は、主に水42から熱を受けて蒸発する。図3に示されるように、光電変換セル22の裏面が接触するセル保持部24は、水42で覆われている。かくして、固体としての凹凸は、水42で埋められるため、フロリナート40の泡は、壁に付着しない。

## 【0029】

また、フロリナート40は、冷却室30に移動するまでに、水42から熱を吸収することができるため、熱吸収が良好となる。なぜならば、水温は下部よりも上部の方が高く、したがって、泡として上昇しつつ継続的に熱を吸収するからである。

## 【0030】

このように、一方の液体に対して、他方の液体の方が、比重が大きく、且つ、沸点が低いことが重要である。すなわち、セル保持部24に主に接触する液体は、複数種ある液体の中で下層部にある液体よりも、沸点の高い液体である。

#### 【0031】

図4は、本発明の第二実施形態に係る熱光発電装置を示す部分断面図である。この実施形態では、冷却室30がパイプ50で別室52に連通されている。この別室52は、開口52aにより大気に開放されるとともに、ラビリンス54により漏出が防止される構造を有している。

#### 【0032】

フロリナートの沸騰がさかんになると、冷却室30から気体のフロリナートが出てきて、パイプ50を通り、別室52に溜まる。図中、矢印で示される循環がなされるため、冷却効率が向上する。このように、本実施形態は、冷却液の循環を促進する外部回路が設けられていることを特徴とする。

#### 【0033】

図5は、本発明の第三実施形態に係る熱光発電装置を示す部分断面図である。この第三実施形態は、前述の第二実施形態を更に改造したものである。すなわち、前述のパイプ50の途中に、フロリナートの蒸気で駆動されるファン60が設けられている。そして、このファン60によりプロペラ62が回転する。

#### 【0034】

このようにファン60及びプロペラ62を設けることにより、フロリナートが持っている運動エネルギーを吸収することができるため、冷却能力が向上する。そして、そのプロペラ62によって起こされた風を熱光発電装置本体に当てることで、さらに冷却能力が向上する。このように、本実施形態は、前述の外部回路が、放熱性を高めるファンを備えることを特徴としている。

#### 【0035】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明による熱光発電装置によれば、冷却（熱回収）性能がより一層高められることにより、エネルギー変換効率の更なる向上が図られるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第一実施形態に係る熱光発電装置の作動前の状態を示す部分断面図である。

【図2】

図1の切断線X-Xに沿って切断した場合の部分断面図である。

【図3】

第一実施形態に係る熱光発電装置の作動中の状態を示す部分断面図である。

【図4】

本発明の第二実施形態に係る熱光発電装置を示す部分断面図である。

【図5】

本発明の第三実施形態に係る熱光発電装置を示す部分断面図である。

【符号の説明】

1 0 … 燃焼器

1 0 a … 燃料ガス通路

1 0 b … 空気通路

1 2 … エミッタ

1 6 … 热交換器

1 8 … 排気ファン

2 0 …  $\text{SiO}_2$  ガラス

2 2 … 光電変換セル

2 4 … セル保持部

2 4 a … セル保持部の下部

2 4 b … 冷却液接触面

2 8 … 外殻部材

3 0 … 冷却室

3 2 … 冷却フイン

4 0 … 第一の液体 (フロリナート)

4 2 … 第二の液体 (水)

50…パイプ

52…別室

52a…開口

54…ラビリンス

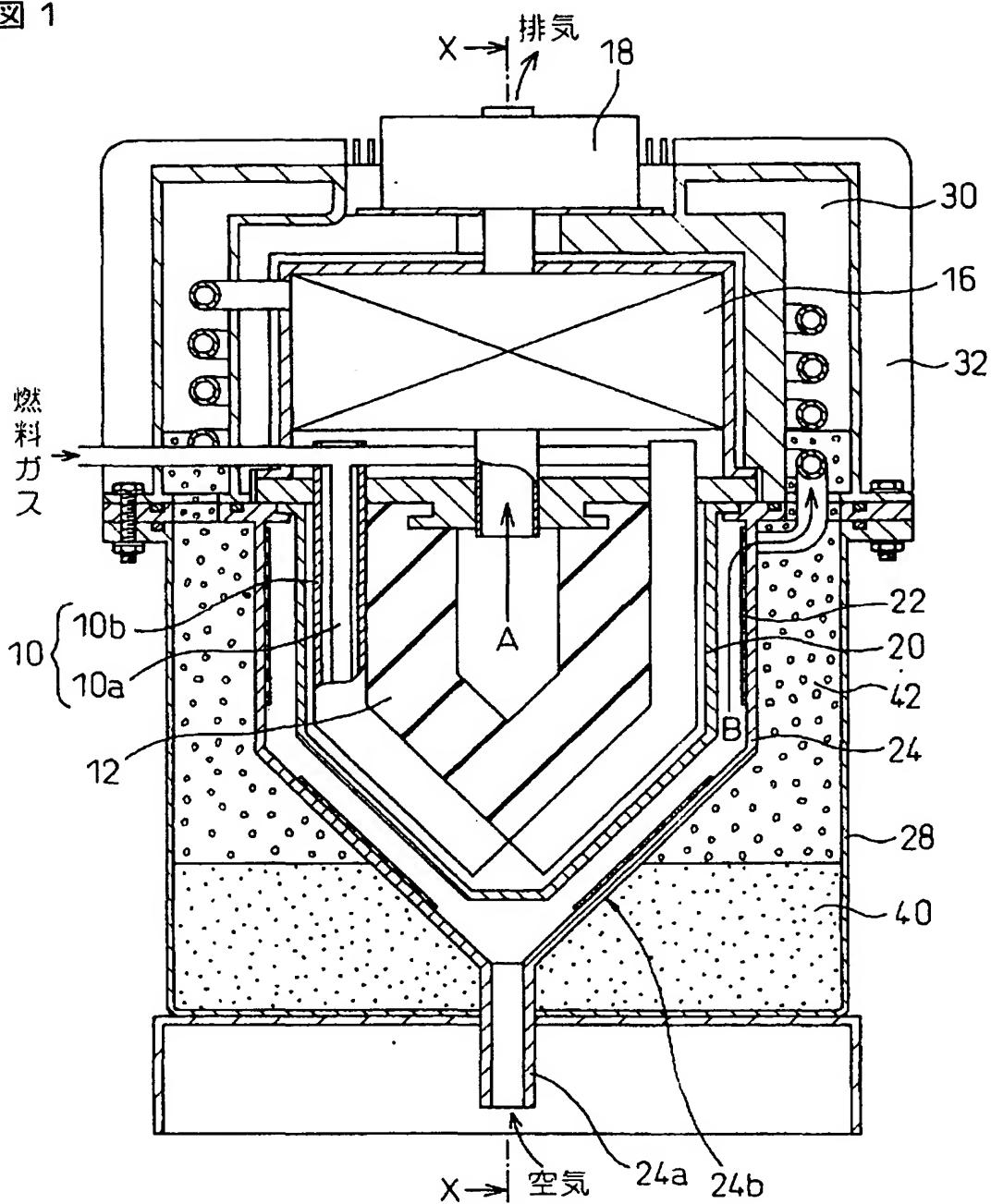
60…ファン

62…プロペラ

【書類名】 図面

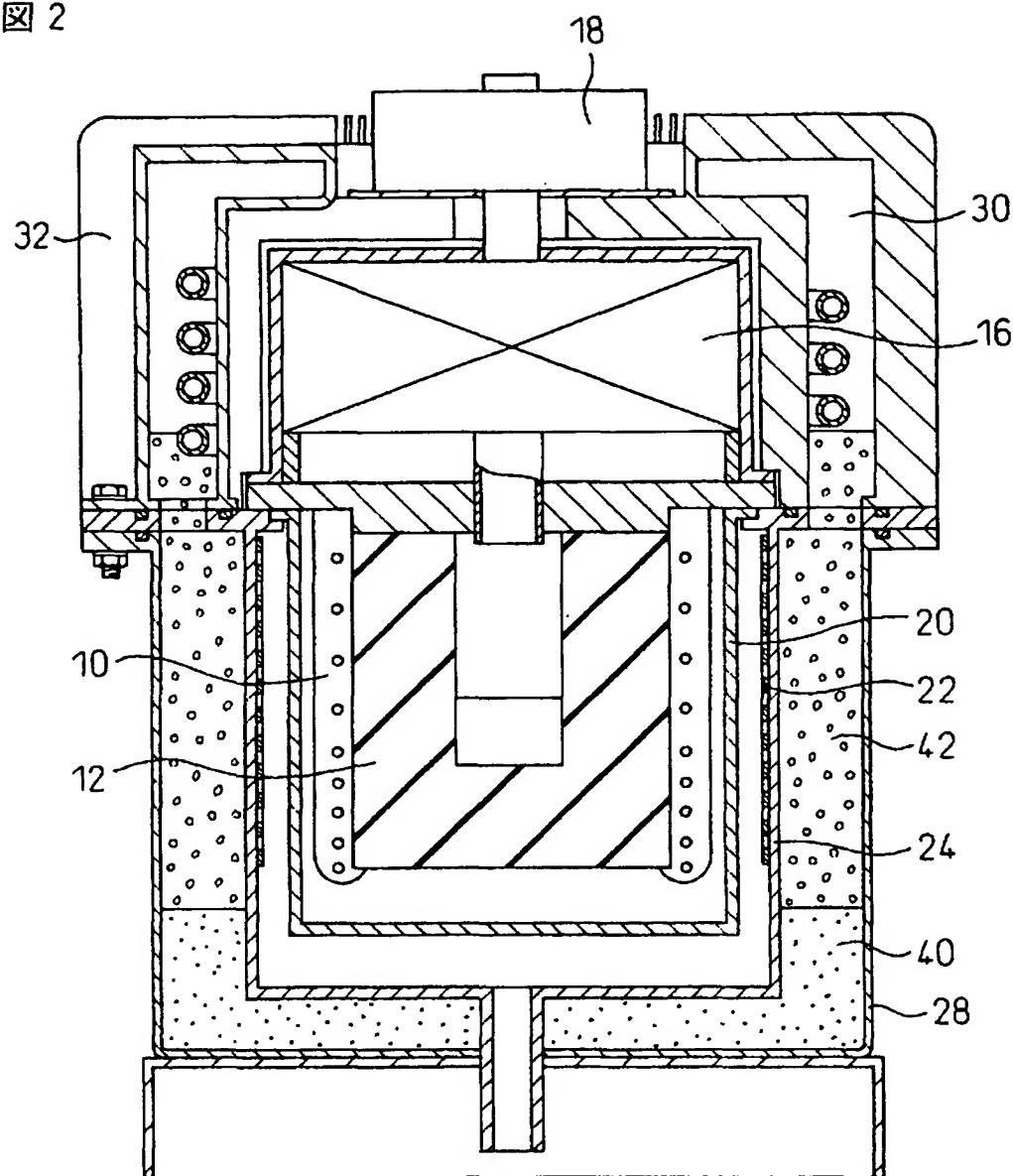
【図1】

図1



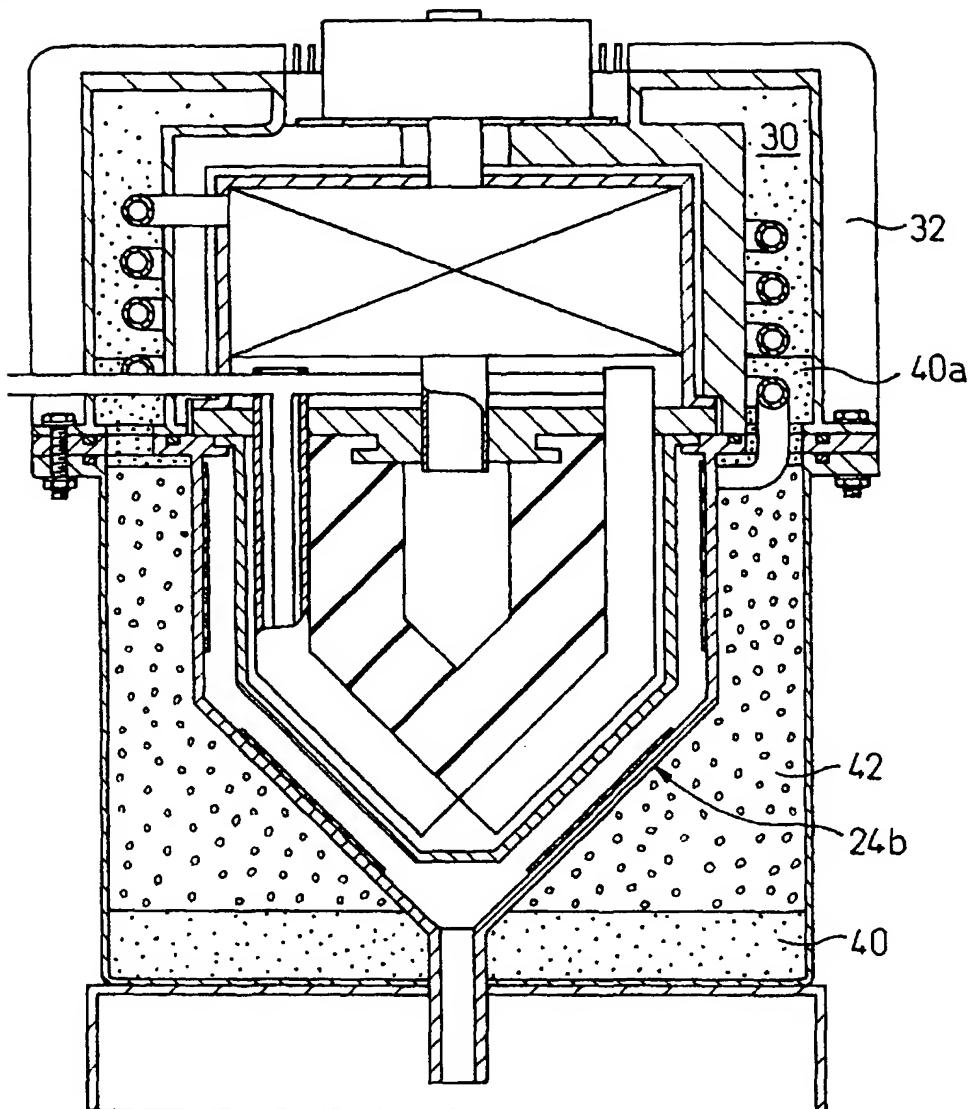
【図2】

図2



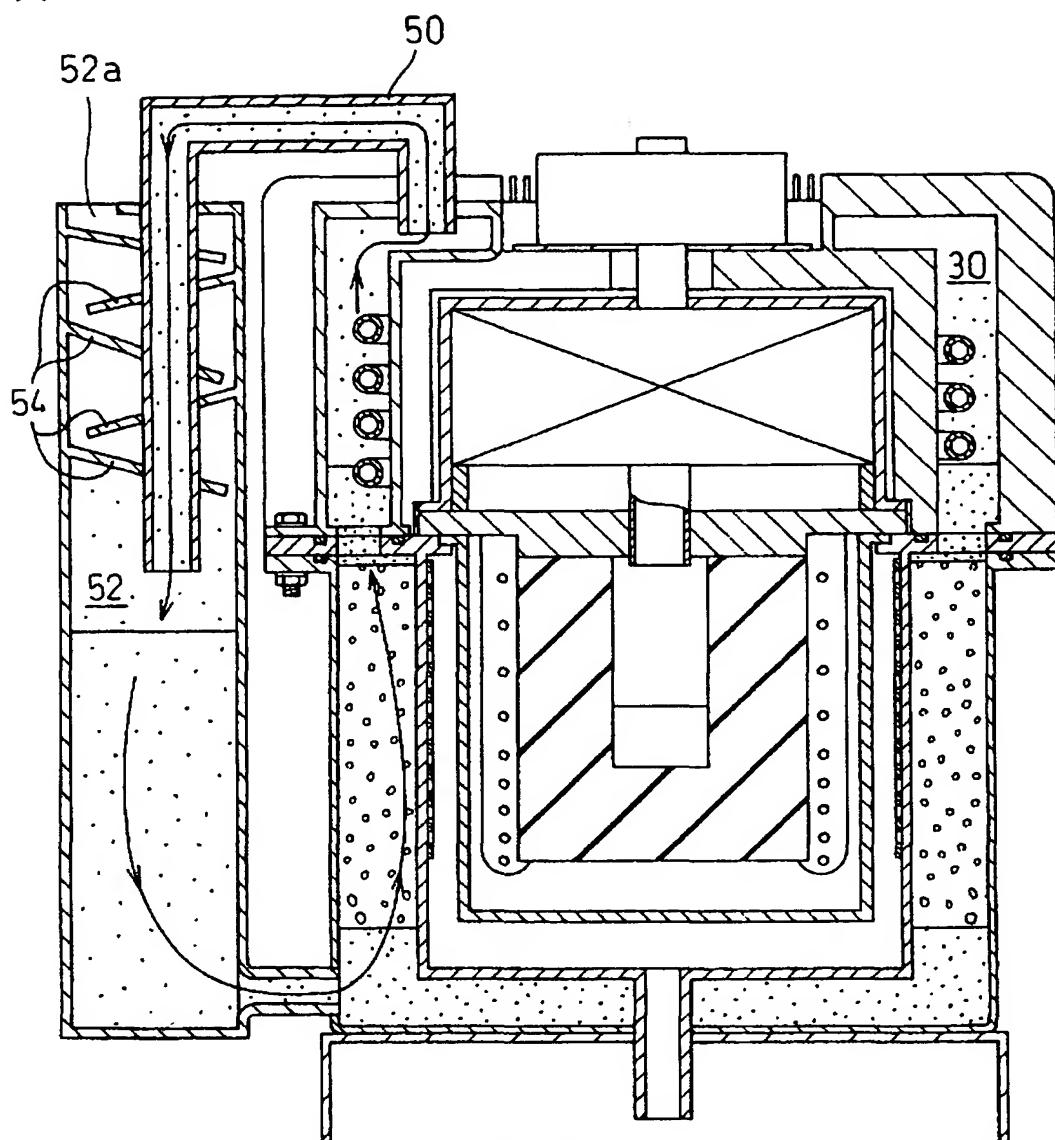
【図3】

図3



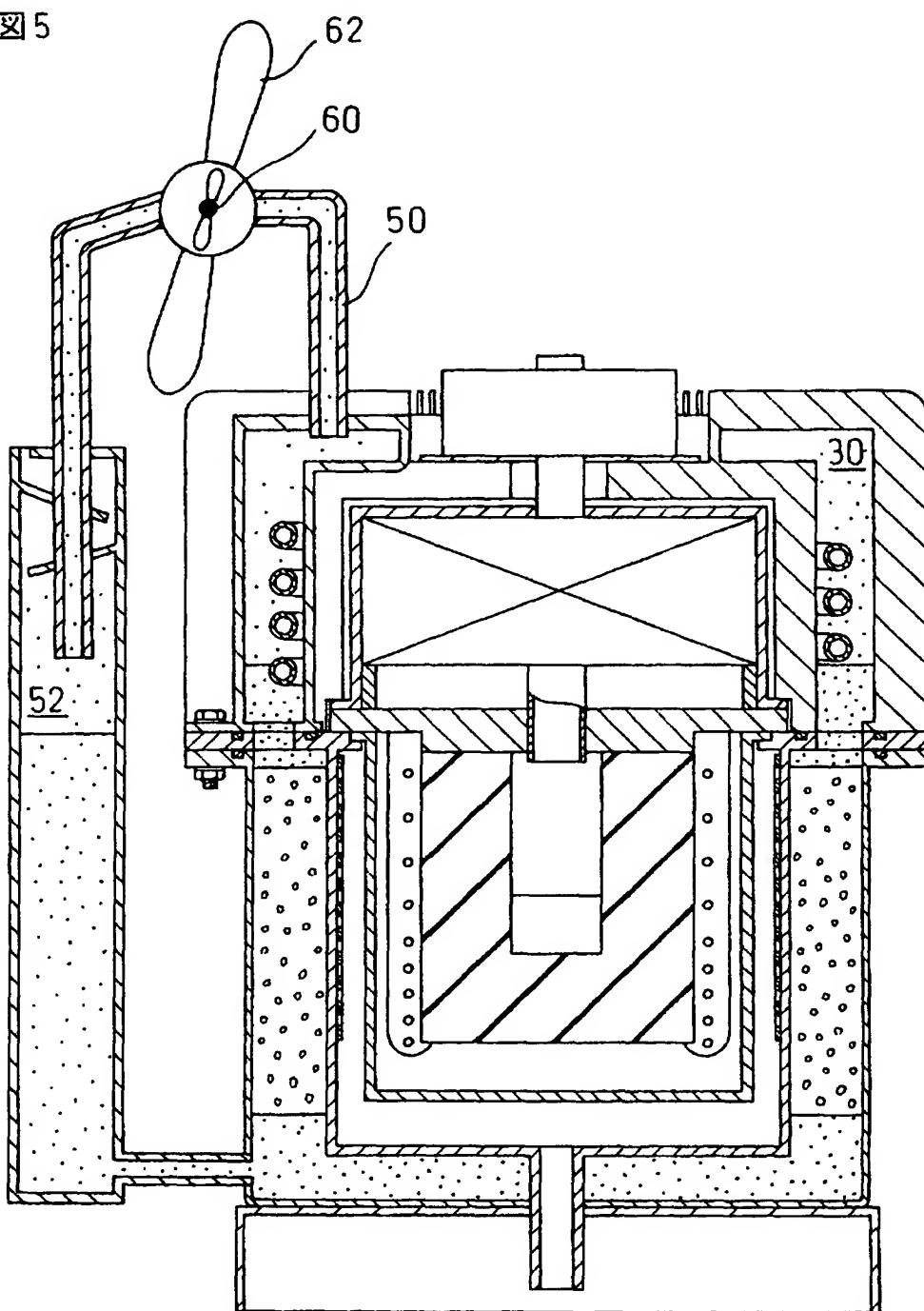
【図4】

図4



【図5】

図5



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 冷却（熱回収）性能をより一層高めることで、エネルギー変換効率の更なる向上を図った熱光発電装置を提供する。

【解決手段】 燃料及び空気の供給を受けて燃料を燃焼させる燃焼器10と、該燃焼器から発生する燃焼熱により加熱されるエミッタ12と、該エミッタからの輻射光を電力に変換する光電変換セル22と、該光電変換セルを保持するセル保持部24と、該セル保持部の裏面を冷却液に接触させ該光電変換セルからの熱を該冷却液に吸収させる手段と、を備える熱光発電装置において、セル保持部24の、冷却液と接触する面24bが、非水平方向の面として形成される。また、冷却液として、少なくとも二種類の冷却液が使用されている。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000003207]

1. 変更年月日 1990年 8月27日

[変更理由] 新規登録

住 所 愛知県豊田市トヨタ町1番地  
氏 名 トヨタ自動車株式会社